

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 05 月 12 日
Application Date

申請案號：092112804
Application No.

申請人：友達光電股份有限公司
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 7 月 10 日
Issue Date

發文字號：09220695960
Serial No.

發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 92112804 ※IPC分類：

※申請日期： 92. 5. 12

壹、發明名稱

(中文) 將非晶矽轉換為多晶矽之方法

(英文) A method for transforming amorphous Silicon substrate to poly-silicon substrate

貳、發明人(共 4 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 張茂益

(英文) Chang Mao-Yi

住居所地址：(中文) 台北市大安區師大路 105 巷 2 號

(英文) No. 2, Lane 105, Shda Rd., Da-an Chiu, Taipei City

國籍：(中文) 中華民國 (英文) R.O.C

參、申請人(共 1 人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 友達光電股份有限公司

(英文) AU Optonics Corp.

住居所或營業所地址：(中文) 新竹科學工業園區新竹市力行二路 1 號

(英文) No. 1, Li-Hsing Road 2, Science-Based Industrial Park,
Hsing-Chu City

國籍：(中文) 中華民國 (英文) R.O.C

代表人：(中文) 李焜耀

(英文) Kuen-Yao LEE

☐ 續發明人或申請人續頁 (發明人或申請人欄位不敷使用時，請註記並使用續頁)

發明人 2

姓名：(中文) 許建宙

(英文) Hsu Chieh-Chou

住居所地址：(中文) 高雄市前鎮區瑞興街 214 巷 6 號

(英文) No. 6, Lane 214, Rueishing St., Chianjen Chiu, Kaohsiung City

國籍：(中文) 中華民國

(英文) R.O.C

發明人 3

姓名：(中文) 陳明炎

(英文) Chen Ming-Yan

住居所地址：(中文) 新竹縣竹北市縣政九路 28 巷 3-1 號 2 樓

(英文) No. 5, Alley 3, Lane 57, Shianjeng 9th Rd., Jubei City, Hsinchu County

國籍：(中文) 中華民國

(英文) R.O.C

發明人 4

姓名：(中文) 呂明仁

(英文) Lu Ming-Jen

住居所地址：(中文) 新竹市明湖路 57 巷 3 弄 5 號

(英文) No. 5, Alley 3, Lane 57, Minghu Rd., Hsinchu City

國籍：(中文) 中華民國

(英文) R.O.C

肆、中文發明摘要

本發明係有關於一種將非晶矽轉換為多晶矽之方法，主要包括：提供一非晶矽基板，並對該非晶矽基板進行一惰性氣體原子摻雜(doping)製程；以及提對該非晶矽基板之表面升溫而進行一熱製程或熱程序製程。

伍、英文發明摘要

A method for transforming amorphous Silicon substrate to poly-silicon substrate is disclosed. The method includes: providing an amorphous silicon substrate and doping inert atoms to the substrate; and performing a heat process by heating the surface of the amorphous silicon substrate.

陸、(一)、本案指定代表圖爲：圖 1

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

本圖無代表符號

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

捌、聲明事項

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為：_____

☐ 本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. 無

2. _____

3. _____

☐ 主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

☐ 主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 主張專利法第二十六條微生物

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

一、發明所屬之技術領域

本發明係關於一種將非晶矽(amorphous silicon)轉換為多晶矽(poly-silicon)之方法。

二、先前技術

目前半導體技術主要是以非晶矽加工為主，以其製程較為簡單且適合大規模製造，成本較低為優勢。然而非晶矽材質的半導體元件其電子移動速率較慢，漸漸無法符合半導體元件微小化之後所需要之高速電子移動速率，因此新技術「低溫多晶矽」(LTPS, Low Temperature Poly Silicon)便應運而生，目前較為顯著的應用是在 TFT-LCD 產業上。

與原先 a-Si TFT-LCD 最大的差異在於，LTPS TFT-LCD 的電晶體需進一步接受準分子雷射退火(ELA, excimer laser annealing)的製程步驟，將非晶矽的薄膜轉變為多晶矽薄膜層。而這樣的轉變，使得 LTPS TFT-LCD 在矽晶結構上較 a-Si TFT-LCD 排列較有秩序，可以提高電子傳導速率達 a-Si TFT-LCD 的 100 倍以上，達到 $200\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ；因此可以將 TFT 元件做得更小但反應更快，與 a-Si TFT-LCD 相較，可使 TFT 元件縮小 50% 以上；並提昇開口率(aperture ratio)，若與相同尺寸下 a-Si TFT-LCD 相比，LTPS TFT-LCD 可以製造出更高的解析度，且功率之消耗降低；而由於其電子傳導速度較快，因此可以將部分驅動 IC 整合至玻璃基板內，以降低材料

成本，同時更可以在後段模組組裝過程中，避免組裝所造成的產品損害，進而提昇良率以降低製造成本；且採用單純的P-type電路結構，較傳統的CMOS電路結構更能節省光罩層次，並降低成本；除此之外，由於整合部分Driver IC的使用，除了減少IC的重量，更可以減少後段組裝所需的其他材料，整體的重量將會大幅度的減少。

然而一般以化學氣相沈積方式（CVD, Chemical Vapor Deposition）所鍍出來的a-Si前驅物質，在經歷ELA（Excimer Laser Annealing）時其適用範圍(process window)很狹小($10\sim 20\text{ mJ/cm}^2$)，然而a-Si前驅質對於雷射的穩定度十分敏感，只要雷射穩定度不佳時就會造成多晶矽的品質均勻度不佳，進而影響或降低所製成之半導體元件良率。

三、發明內容

本發明之主要目的係在提供一種將非晶矽轉換為多晶矽之方法，俾能降低a-Si前驅質對於雷射不穩定度之敏感度，並增加其適用範圍。

本發明之另一目的係在提供一種將非晶矽轉換為多晶矽之方法，俾能降低準分子雷射退火所需要的能量密度，進而增加總產率。

為達成上述目的，本發明之一種將非晶矽轉換為多晶矽之方法，主要包括：提供一非晶矽基板，並對該非晶矽基板進行一惰性氣體原子摻雜(doping)製程；以及提

對該非晶矽基板之表面升溫而進行一熱製程或熱程序製程。

詳細論之，本發明之方法主要是在準分子雷射退火製程將a-Si轉換為poly-Si之前，先進行一惰性氣體之摻雜製程，將一惰性氣體分子如氮氣、氬氣、氫氣等摻雜至該a-Si前驅質之中，藉以降低矽結晶中之轉換能量密度(Eth)以及最佳能量密度(Ec)，進而增加process window，

四、實施方式

本發明之將非晶矽轉換為多晶矽之方法中，該惰性氣體原子較佳係為至少一種選自一由包括氮氣、氬氣、氬氣、氫氣、氬氣、氬氣及氬氣組成之群組，亦即該惰性氣體可為單一惰性氣體或惰性氣體混合物，其中惰性氣體較佳為氬氣；本發明之方法中，該惰性氣體原子與該非晶矽基板之比例並無限制，較佳地，該惰性氣體原子係佔該非晶矽基板之1-0.001原子百分比；本發明之方法中，達成該惰性氣體原子摻雜製程之方式並無限制，較佳係以電漿摻雜方式、化學氣相沈積方式、乾蝕刻等方式達成。本發明之方法中之功能性元件可為習用之功能性元件，較佳為該功能性開關元件為薄膜電晶體。本發明之方法中之該多晶矽基板可為習用之各用途多晶矽基板，較佳為該多晶矽基板為平面顯示器用面板，最佳為液晶顯示器用面板。本發明之方法中之準分子雷射工

作能量範圍可為任何習用之準分子雷射工作能量範圍，較佳為該準分子雷射工作能量範圍係介於300至450 mJ/cm²之間。

為能讓 貴審查委員能更瞭解本發明之技術內容，特舉一較佳具體實施例說明如下。

實施例：非晶矽基板之氬摻雜

在本實施例中，主要係針對一非晶矽基板在進行準分子雷射以將其轉換為多晶矽之前，先進行一氬摻雜製程。

在一玻璃基板上製造N型與P型金屬氧化半導體場效電晶體(MOSFETs)之頂閘(top gate)結構。在430°C狀態下，利用電漿輔助化學氣相沈積(PECVD)方式先沈積一層厚度為2000 Å之a-Si作為緩衝層，接著沈積一厚度為層500Å之a-Si，準備進行準分子雷射退火(ELA)。

在進行ELA之前，在480°C、氮氣流(nitrogen flow)之下進行10分鐘的脫氫反應，以生成自然氧化物。在a-Si前驅物上，以30ns 脈衝持續時間以及95%掃描重疊(scan overlap)進行氬原子摻雜(Argon 布植)。在利用第一光罩對多晶矽層產生圖形之外，也利用離子布植方法行程源極、汲極以及LDD(厚度為1mm)區域。在430°C之狀態下利用PECVD方法，沈積厚度為1000 Å的SiO₂以作為閘極絕緣層(gate insulator)。接下來的步驟為閘極金屬沈積、圖形產生以及內層介電層沈積。在通道孔蝕刻之後，作為第二層金屬之Ti/Al/Ti接著被沈積且蝕刻。同時亦在

高溫下進行氫化反應(hydrogenation)。SiNx障蔽層(capping layer)亦包含在此結構當中。

本實施例之結果顯示於圖1、圖2以及圖3之中。請先參見圖1，此係本實施例之電子移動速率對外加能量密度之變化圖。在本圖中列出了四種不同的實驗條件，分別為N-STD (N-mos標準狀態)、N-Ar (N-mos加入氫原子摻雜)、P-STD (P-mos標準狀態)、以及P-Ar (P-mos加入氫原子摻雜)。圖1代表了兩種意義，其一為，氫原子摻雜後之多晶矽基板其電子移動速率(mobility)之穩定度較高；以N-mos元件為例，若從圖1之縱軸選定一區間值，例如從120至130，可見到在此區間之中，加入氫原子摻雜之後其斜率較未摻雜氫原子為低，因此有摻雜氫原子之多晶矽基板其退火製程之準分子雷射工作能量範圍($390\sim410\text{ mJ/cm}^2$)，比未摻雜氫原子之多晶矽基板之工作能量範圍($390\sim400\text{ mJ/cm}^2$)大，代表著製程所能容許之雷射能量變化較大，或意味著該電子移動速率受該雷射之不穩定度之影響或對該雷射之不穩定度敏感度降低，雷射之不穩定度對均勻度之影響小，從而提高了產品的均勻度以及生產良率。另一方面，摻雜氫原子的多晶矽基板其電子遷移速率一般會比未摻雜氫原子的多晶矽基板為低，然而從本圖中可見，雖然N-mos元件摻雜氫原子之後其電子移動速率的確稍低於未摻雜氫原子，然其降低幅度並不明顯，以 410 mJ/cm^2 為例，其降低幅度約為15%左右，並且P-mos之電子移動速率不論有無摻雜氫原子，均無太大變化。

接著請參見圖2，此係本實施例中晶粒尺寸(grain size)對能量密度(energy density)的變化圖。在本圖中可見到，有加入氫原子摻雜步驟之矽基板較之未摻雜氫原子之矽基板，其工作範圍(process window)明顯較大。以晶粒尺寸2500~3000 Å之範圍為例，未摻雜氫原子之矽基板其雷射掃描工作範圍僅能容許在約373~378 mJ/cm²之間，然而摻雜氫原子之矽基板其工作範圍則大幅擴大至約360~380 mJ/cm²之間，其可容許之雷射掃描能量誤差值提高了約四倍左右，證明本發明能夠增加準分子雷射退火製程之工作範圍，減低誤差產生的情形，提高產物的良率。

接著請參見圖3，此係本實施例中能量密度減少值對於摻雜能量的變化圖。在本圖中可見，使用了越高的氫原子摻雜百分比，所能減少之能量密度越多，這代表著加入氫原子摻雜之後的a-Si基板，其最佳能量密度(E_c, optimum energy density)可以不需要使用原來進行摻雜那麼高的能量，這些多餘的能量可用以加寬掃描雷射之寬度，進而減少每一片基板所需要進行雷射掃描的時間，提高產率，節省生產成本。

最後請參見圖4，此係習知之準分子雷射儀之示意圖。該準分子雷射儀主要包括一準分子雷射射出元件2、一基板支撐座3以及一基板1。該準分子雷射射出元件2連接至一支撐臂（圖中未示），並可依照所排定之方式逐一掃描該基板1之表面，以加熱完成退火程序，將非晶矽基板之表面轉變為多晶矽。

綜合以上實施例所述，可以發現，在一般a-Si層進行退火之前先加入一道氫原子摻雜的步驟，一方面可以加大雷射退火的工作範圍，一方面可以減低雷射退火所需要的 E_c ，並可將原機台輸出的多餘能量轉換為更寬的掃瞄雷射寬度，減少每一基板的掃瞄時間，增進生產線上的製程效率。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

五、圖式簡單說明

圖1係本發明實施例之電子移動速率對外加能量密度之變化圖。

圖2係本發明實施例之晶粒尺寸對能量密度之變化圖。

圖3係本發明實施例之能量密度減少值對於摻雜能量之變化圖。

圖4係習知之準分子雷射儀之示意圖。

拾、申請專利範圍

1.一種將非晶矽轉換為多晶矽之方法，主要包括：
提供一非晶矽基板，並對該非晶矽基板進行一惰性氣體
原子摻雜(doping)製程；以及

提對該非晶矽基板之表面升溫而進行一熱製程或熱
程序製程。

2.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中至少一惰
性氣體原子係選自一由氫氣、氟氣、氬氣、氖氣、氦氣
及氬氣組成之群組。

3.如申請專利範圍第2項所述之方法，其中該惰性氣
體原子係為氬氣。

4.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該惰性氣
體原子係佔該非晶矽基板之1-0.001原子百分比。

5.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該惰性氣
體原子摻雜製程係以電漿摻雜方式達成。

6.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該惰性氣
體原子摻雜製程係以化學氣相沈積方式達成。

7.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該惰性氣
體原子摻雜製程係以乾蝕刻方式達成。

8.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該非晶矽
基板為液晶顯示器用面板。

9.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該熱製程
係為準分子雷射退火製程。

10. 如申請專利範圍第9項所述之方法，其中該準
分子雷射工作能量範圍係介於300至450 mJ/cm²之間。

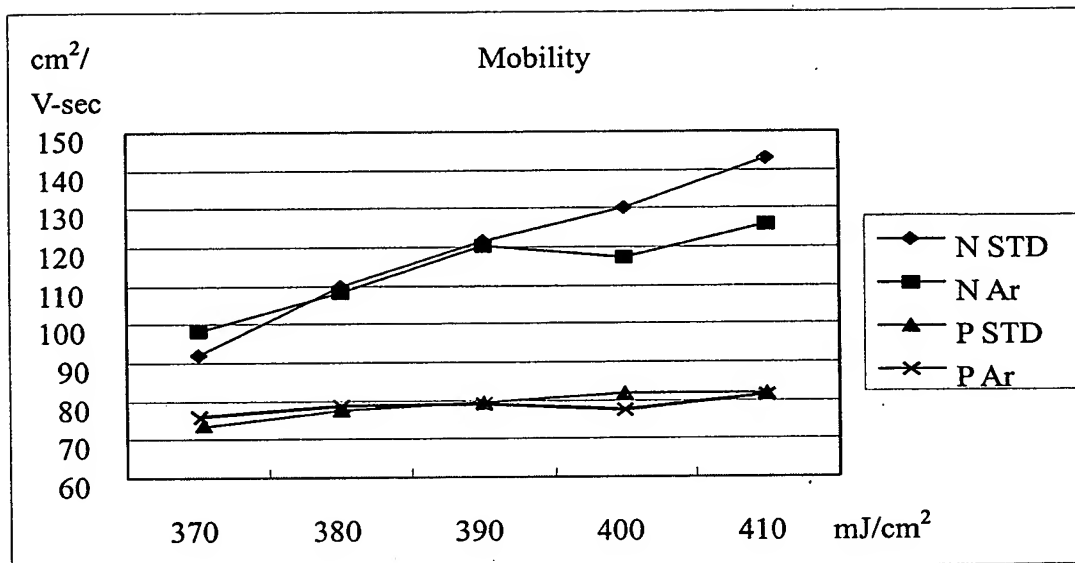


圖 1

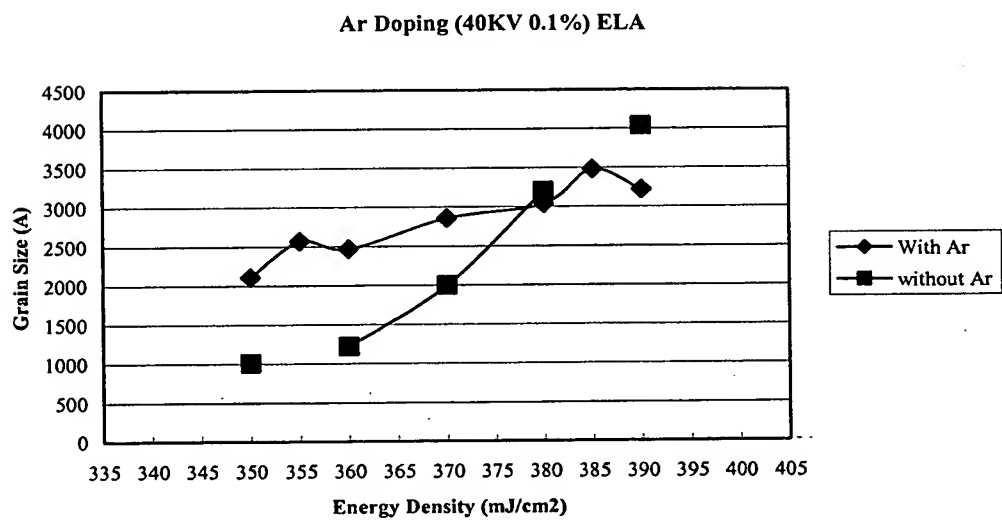


圖 2

Ar Doping ELA - Ec Reduction

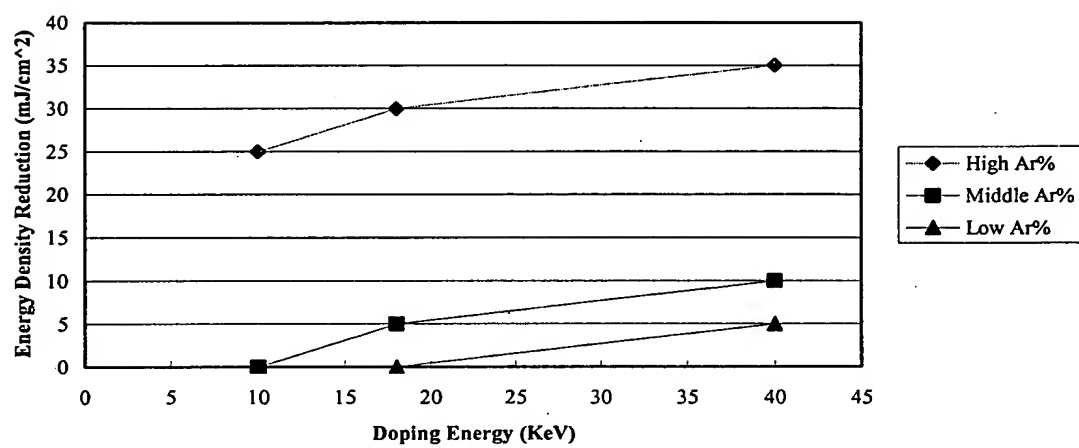


圖 3

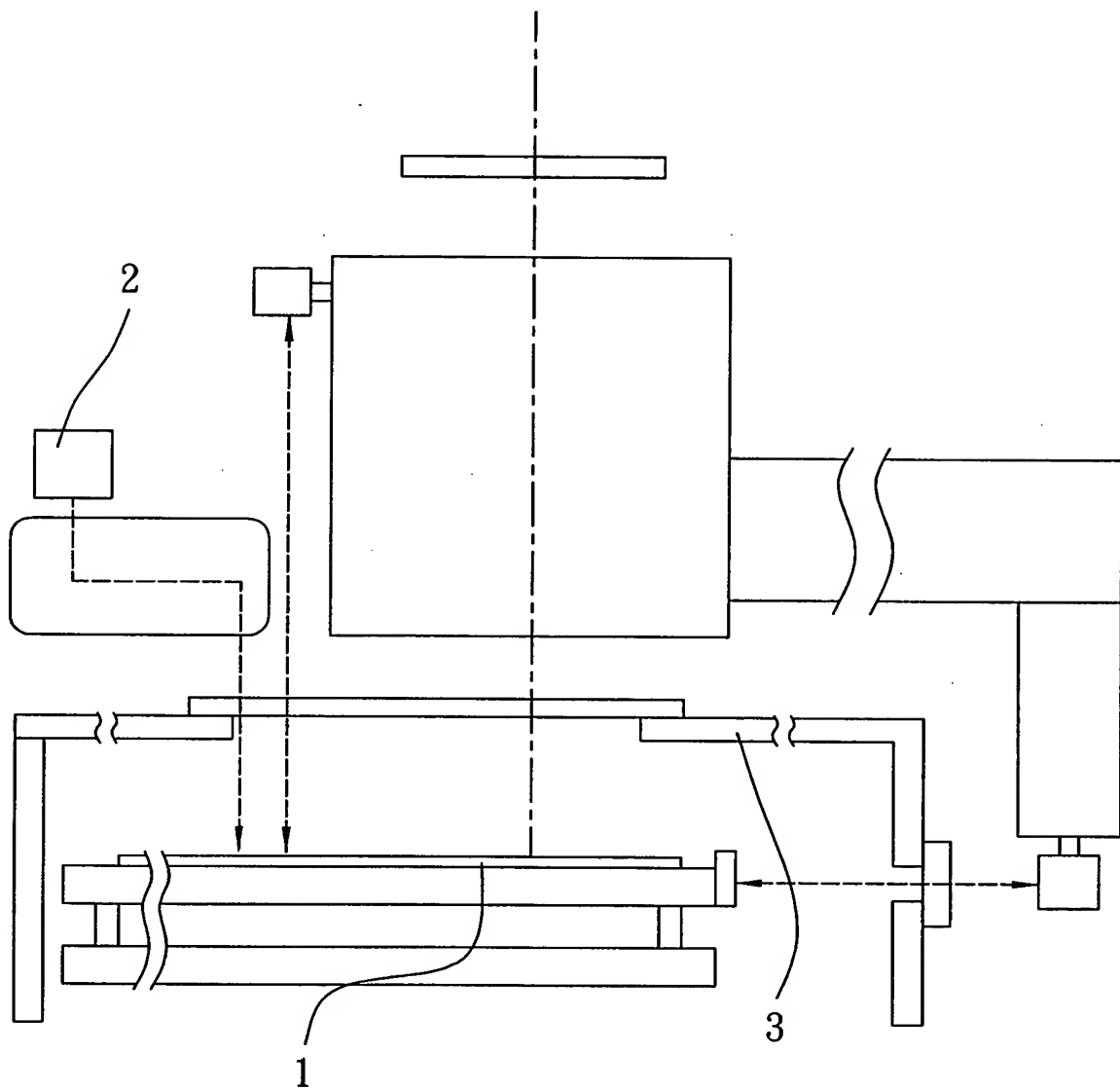


圖4